Aus der Chirurgischen Klinik in München
Leitender Arzt Professor Dr. Magnus

Die Technik der zirkulären Gefäßnaht im Tierversuch

(mit eigenen Beobachtungen)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
einer hohen medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von
Josef Hierl
aus München

MÜNCHEN 1940

Druck von E. Huber, Buchdruckerei, München 22, Schönfeldstraße 12

Aus der Chirurgischen Klinik in München
Leitender Arzt Professor Dr. Magnus

Die Technik der zirkulären Gefäßnaht im Tierversuch

(mit eigenen Beobachtungen)

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
einer hohen medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von
Josef Hierl
aus München

MÜNCHEN 1940

Druck von E. Huber, Buchdruckerei, München 22, Schönfeldstraße 12

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Technik der zirkulären Gefäßnaht im Tierversuch

(mit eigenen Beobachtungen)

Seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts trat man dem Gedanken immer näher, ob es nicht möglich sei, ein Gefäß, dessen Zusammenhang entweder teilweise oder ganz zerstört war, operativ anzugehen und wieder herzustellen. Vor diesem Zeitpunkt hatte man lediglich die Möglichkeit zu unterbinden und man mußte sein ganzes Vertrauen auf einen guten Nebenkreislauf setzen. War aber dieser nicht genügend entwickelt oder hatte er durch das plötzlich eingetretene Ereignis keine Zeit sich auszubilden, mußte man des öfteren die Gliedmasse absetzen, was sehr oft in keinem Verhältnis zu der ursprünglichen Verletzung stand. Welche Schwierigkeiten dabei aber zu überwinden waren, zeigten erst die Versuche, als man Arterien und Venen, die vollkommen durchtrennt waren, wieder zu vereinigen suchte!

Es war nicht nur die Nahttechnik selbst, die Schwierigkeiten bereitete, sondern ebensosehr waren es die kleinen Durchmesser, die leichte Verletzbarkeit ihrer Intima, das starke Zurückweichen der durchtrennten Gefäßenden ihrer Längsachse nach und letzten Endes die Verhütung der Thrombenbildung an der Nahtstelle.

Allein die Vielfältigkeit der ersonnenen Arten, ein Gefäß zu nähen, bezeugt am besten, wie schwer es ist, ein Gefäß so zu vereinigen, daß es wieder durchgängig ist. Die einen versuchten dies ohne weitere Hilfsmittel, die anderen benützten Prothesen teils aus resorbierbarem, teils aus nicht resorbierbarem Material, bei der Anlegung ihrer Naht.

Aus all diesen Arten der Gefäßnaht, und mögen sie auch noch so verschieden sein, hat sich jedoch allmählich ein Grundgedanke herauskristallisiert, nämlich der, daß man die Gefäßenden sorgfältig auskrempeln muß und damit ein gutes Aneinanderliegen der Intimaflächen erreicht. Die Versuche zeigten, daß gerade dies und eine sorgfältige Nahttechnik maßgebend sind für das Gelingen einer Gefäßnaht; ist dies aber nicht der Fall, tritt fast immer Thrombose an der Nahtstelle ein.

So schreibt Pupini (Centralbl. f. Chir. Nr. 39, 1932), daß es notwendig ist, um diese Thrombenbildung an der Nahtstelle zu verhindern, daß Unebenheiten und Verengerung der Gefäßlichtungen, weiterhin Infektion und Druckgeschwüre an den Gefäßrändern durch zu große Spannung zu vermeiden sind. Zwei Gefäßenden müssen eine kleine ebenmäßige Vereinigungsstelle und einen möglichst reibungslosen Übergang von einer Lichtung in die andere darstellen. Ist dieser nicht vorhanden, so ist wenig Aussicht auf Erfolg; denn in den Lücken und Spalten der Gefäßnaht bildet sich sofort ein Fibringerinnsel, das die Ursache der Thrombenbildung ist. Zur Verhütung des Druckgeschwüres infolge zu großer Spannung schlägt Pupini vor, man solle einen Venenlappen so über der Nahtstelle befestigen, daß wenigstens der größte Teil der Spannung von dieser Verstärkungsnaht getragen wird.

1933 veröffentlicht er weitere Erfahrungen und Beobachtungen, die für die Thrombenbildung an der Nahtstelle in Betracht kommen (Centralbl. der Chir. Bd. 61 S. 203). Er glaubt, daß besonders gerinnungsfördernde Stoffe die Gewebssäfte der Adventitia und Media sind, während Calcium als Katalysator wirkt. Deshalb trete schnellste Heilung ein, wenn das Blut mit diesen Schichten wenig in Berührung kommt.

Nach Beobachtungen von Danis und Pupini (Centralbl. f. Chir. Bd. 61) erfolgte bei glatter Durchtrennung der Gefäßwand die Gerinnung schneller, als wenn innerhalb der Gefäßwand ein längerer Wundkanal ist. Im letzteren Falle kommt das austretende Blut im wesentlichen nur mit dem Endothel in Berührung, während bei ganzer Durchtrennung der Gefäßwand eben doch auch die blutgerinnungsfördernden Gewebsäfte der Adventitia Zutritt haben. Deshalb ist es auch nötig, daß die Intima bei der Naht gut aneinandergelegt wird, damit eben diese Stoffe nicht von außen nach innen gelangen können.

Hiezu sei folgender Fall erwähnt, den Ssabaneyew beschreibt. Er legte 1896 eine Längsnaht an der A. femoralis beim Menschen an, und zwar führte er die Nadel lediglich durch Adventitia und Media. Nach 19 Tagen fand die Sektion statt und es zeigte sich ein Thrombus zwischen Intima und Media. Dies zeigt deutlich, daß selbst für Längsnähte die Auskrempelung der Intima von allergrößter Bedeutung für die spätere Durchgängigkeit ist.

Auch Thurston und Lamb führten Nahtversuche an der Aorta des Hundes durch, und zwar nach der Methode Carrel (Centralorg. d. ges. Chir. Bd. 65 S. 348, 1934).

Die zahlreichen Versuche wurden nach den verschiedenen Ge-

sichtspunkten angeordnet und beurteilt, die zur Zeit für die Thrombenbildung in Betracht kommen. Verfasser meint, daß die Verletzung bei allen Fällen von Gefäßnaht in Betracht komme und man eine sehr schwere Gewebsschädigung berücksichtigen müsse, aber dennoch sei dies nicht der einzige ausschlaggebende Grund, warum so viele Gefäße an der Nahtstelle thrombosieren, sondern hier müssen noch manch andere Einflüsse mitwirken.

Änderungen im Verhalten der Blutströmung an der Nahtstelle sind gewiß von erheblicherer Bedeutung für die Thrombenbildung, als allgemein angenommen wird. Nahezu mit Gewißheit kann man nach Meinung des Verfassers die Thrombenbildung voraussagen, wenn an der Nahtstelle nach der Operation noch Blut durchsickert. In solchen Fällen versagte auch Heparin. Ebenso kann ein nach der Gefäßnaht nur allmählich hergestellter, daher träger Blutstrom schon in wenigen Sekunden Thrombose herbeiführen. Der Chirurg darf also aus Besorgnis um die Naht nicht zurückschrecken, das Blut in vollem Strom einschießen zu lassen. „Ein rasches Einschießen des Blutes verdünnt oder neutralisiert die thromboplastischen Substanzen des Gewebes."

„Der kritische Augenblick und gleichsam die Bildung des Nestes für die Thrombenbildung fallen in den kurzen Zeitraum, in dem das Blut in das genähte Gefäß einfließt, bis zur vollkräftigen Durchströmung."

Um aber Wirbelbildung im strömenden Blute hintanzuhalten, müssen die Durchmesser der beiden Gefäßenden ganz gleichmäßig miteinander vernäht werden. Besonders bei Transplantationen ist darauf größte Sorgfalt zu legen.

Einfluß auf die Thrombenbildung durch tiefe Narkose konnte Thurston nicht feststellen.

Die Infektion als Ursache für die Thrombenbildung stellt Verfasser in Abrede, und zwar aus dem Versuche heraus, daß selbst nach Einbringung von Staphylokokkenkulturen in das Gefäß keinerlei Thrombenbildung eintrat. Auch bei infektiösen Prozessen, die in der Nachbarschaft des genähten Gefäßes abliefen, sei Thrombenbildung ausgeblieben. Dennoch sei nach Meinung des Verfassers bei der Operation peinlichste Asepsis notwendig, da ja infizierte Nähte Nekrose und Nachblutung herbeiführen.

Dazu sei ein Fall angeführt, der sich im Verlaufe unserer Versuchsreihe ereignete und aus dem hervorgeht, daß die Infektion der Wunde wahrscheinlich auf dem Wege über die Entzündung der Gefäßwand

die Thrombose ohne Zweifel begünstigt. Bei der zirkulären Naht einer A. carotis communis des Hundes fand sich außen an der Gefäßwand ein Fadenabszeß. Nur an dieser Stelle hatte sich im Innern des Gefäßes ein kleiner Thrombus gebildet, während die übrige Naht vollkommen frei und das Gefäß gut durchgängig war.

Andere Autoren sehen die Ursache dieser leichten Thrombenbildung an der Nahtstelle darin, daß sich die Blutplättchen nach der Operation vom 6. Tage an zu vermehren beginnen, am 10. ihre größte Anzahl aufweisen, diese Höhe dann 4—5 Tage halten und in der 3. Woche wieder zu normalen Werten zurückkehren.

Bei 37 Versuchstieren, bei denen Thurston und Lamb all diese verschiedenen Umstände berücksichtigten, trat keinerlei Thrombenbildung ein. Allerdings verwendeten sie große Gefäße, wie A. carotis und Aorta, was nicht übersehen werden darf; denn hier kann das Gefäß durchgängig bleiben, auch wenn sich randständige Thromben gebildet haben.

Bei eigenen Versuchen beachteten auch wir die Ursachen, die entweder vorteilhaft oder nachteilig für die Naht sind und kamen zu folgendem Ergebnis:

1. Es ist von größter Wichtigkeit, daß die Intimaflächen genau ausgestülpt, vollkommen dicht aneinander liegen und die Naht sehr sorgfältig ausgeführt wird.

2. Es sollen die durchtrennten Gefäßenden in keinerlei Berührung mit irgendwelchen Gewebssäften kommen, ja nicht einmal die paraffinierten Seidenfäden, die zur Naht dienen und durch beide Gefäßränder gehen, sollen mit Blut oder sonstigen Gewebssäften in Berührung kommen.

3. Nach ausgeführter Naht müssen die Klemmen sofort ganz geöffnet werden, so daß der Blutstrom als mächtige Pulswelle über die Nahtstelle hinweggeht und somit die thrombenbildenden Elemente an ihrer Entstehung gehindert werden.

4. Es darf die Adventitia nicht weiter als unbedingt nötig entfernt werden, da sonst zu leicht die Ernährung dieses Gefäßabschnittes nicht mehr genügend ist und dadurch Nekrose an der Nahtstelle hervorgerufen werden kann.

5. Es muß unter peinlichster Asepsis gearbeitet werden, wenn man Erfolge erzielen will; denn eine Infektion nahe der Nahtstelle oder an der Nahtstelle selbst ist in den meisten Fällen gleichbedeutend mit Thrombose des Gefäßes.

Das leichte Durchsickern des Blutes an der Nahtstelle nach Öffnen der Klemmen, das wie ein roter Saum um die Nahtstelle erscheint, kann leicht durch Kompression mittels Gazebäuschchen zum Stehen gebracht werden und hatte nie irgendwelche ungünstigen Einflüsse auf die Naht. Anders verhielt es sich, wenn ein oder zwei Stiche fehlten, so daß eine so starke Nachblutung auftrat, daß ein nachträglicher Stich noch notwendig wurde; dann war die Naht auf das äußerste gefährdet; denn jetzt konnten die Gewebssäfte der Media und Adventitia eindringen und dabei erlebten wir einmal einen Verschluß der Gefäßlichtung bei der Naht an der A. femoralis beim Hunde, während wir sonst immer gute Erfolge hatten, selbst bei diesem Gefäße. Dieses Gefäß beim Hunde bietet bei Versuchen die geringste Aussicht auf spätere Durchgängigkeit. Der Grund ist darauf zurückzuführen, daß sich die A. femoralis nach Freilegung infolge ihrer reichhaltigen Muskelfasern so stark und langdauernd verengt, daß eine Stromverlangsamung und Wirbelbildung hervorgerufen wird und somit guter Vorschub für die Thrombenbildung geleistet wird, wenn nicht eine sorgfältige Naht angelegt wurde.

Auch Watt gibt an, daß es sehr wesentlich sei, welche Gefäße man beim Tierversuche zu einer Naht wähle. Er schreibt, daß sämtliche Gefäßnähte, die er nach der Methode Carrel an der A. carotis beim Hunde ausführte, beste Erfolge zeitigten, während dagegen an der A. femoralis nur Mißerfolge zutage traten.

Was aber die große Spannung an der Nahtstelle und die Ungleichheit der Durchmesser der zu nähenden Gefäßenden betrifft, die Pupini, Thurston und Lamb als günstige Vorbedingungen für die Bildung eines Thrombus halten, so haben auch wir darüber einige Beobachtungen machen können, und zwar im Verlaufe eines Versuches, der zeigen sollte, ob es möglich sei, den Kreislauf des Blutes umzukehren. Es wurde das zentrale Ende der A. carotis an das periphere der V. jugularis externa und das periphere Ende der A. an das zentrale der V. genäht, was eine gekreuzte Anastomose darstellt. Nach Öffnen der Klemmen schoß das Blut in mächtigem Ansturm aus der A. in die nun als A. funktionierende Vene ein. Der arterielle Druck erweiterte die Vene ungefähr auf das Dreifache ihres ursprünglichen Volumens und dadurch, daß eine Venenklappe den Blutstrom absperrte, herrschte an der Nahtstelle ein Druck, der weit das normale Maß übertraf. Aber dennoch hielt die Naht stand und keinerlei Nachblutung infolge Durchschneidens eines Fadens trat ein. Als nach 20 Stunden die Nahtstellen eröffnet wurden, zeigte sich keinerlei Thrombenbildung an der Vereinigungsstelle, obgleich, wie schon erwähnt, eine ungewöhnliche Spannung herrschte und die Durchmesser der verbundenen Gefäße

sich wie 1 : 3 verhielten. Außerdem wurde die Nahtstelle durch die motorische Unruhe des Tieres auf das äußerste mechanisch beansprucht, da sie einmal maximal gedehnt, das andermal vollkommen abgeknickt wurde.

Man kann also nicht behaupten, daß diese zwei Punkte große Spannung an der Nahtstelle und Ungleichheit der Lichtungen besonders ausschlaggebend sein dürften für die Thrombenbildung, obgleich sie natürlich, wenn andere Ursachen noch mitwirken, dazu beitragen, Thrombose hervorzurufen. Aber ein wesentlicher Punkt dürfte die Größe des Gefäßdurchmessers sein; je größer natürlich die zu nähenden Gefäßlichtungen sind, desto besser kann die Naht angelegt werden und desto weniger wirkt sich die immer vorhandene Kontraktion der Gefäßwand an der Nahtstelle auf den Blutstrom aus. Nehmen wir z. B. ein kleines Gefäß wie die A. femoralis, so ist die Kontraktion der Gefäßwand so stark, daß man vorübergehend eine so große Verlangsamung des Blutstromes erhält, daß dadurch schon ein Thrombose hervorgerufen wird. Auch scheint es, daß manche Hunde sehr wenig zu Thrombose neigen, während bei anderen unter den gleichen Bedingungen schon innerhalb weniger Stunden das Gefäß thrombosiert erscheint; vielleicht spielt hier auch die Tierspecies eine gewisse Rolle.

Was weiterhin den Operateuren große Schwierigkeiten bereitete, waren die kleinen Durchmesser, mit denen man hier arbeiten mußte, und das leichte Zurückweichen der Gefäße, besonders ihrer Längsachse nach.

Pupini schreibt, daß gerade diese zwei Punkte die Gefäßnaht außerordentlich schwierig gestalten und eine ganz besondere Übung und Technik vom Operateur verlangen (Centralorg. der Chir. Bd. 61 S. 203 1933). Er verfertigte sich deshalb zum besseren Aneinanderlegen der Intimaflächen und zur spannungslosen Anlage der Naht eine eigene Pinzette und ein eigenes schraustockartiges Instrument, das dies besorgte; denn nach seinen Angaben seien alle anderen Methoden zu unsicher, um ein genaues Auskrempeln der Gefäße auszuführen und eine sichere Naht anlegen zu können.

Er führte 39 zirkuläre Gefäßnähte an der A. femoralis beim Hunde aus, 26 nach verschiedenen Methoden, das Ergebnis war 3 unsichere Fälle, 22 Mißerfolge und 1 Erfolg; 13 weitere führte er mit seinen eigenen Instrumenten und Verstärkung mit Venenlappen durch, davon hatte er 2 Mißerfolge durch Eiterung und 11 gute Erfolge. Man sieht, daß die Technik sehr ausschlaggebend ist bei den Ergebnissen.

Höpfner berichtet von 6 Arterienvereinigungen, die er nach der

Prothesentechnik von Payr ausführte (Archiv f. klin. Chir. Bd. 70 S. 417 1903). Es ergaben sich bei ihm 2 Mißerfolge durch Thrombenbildung und 4 Erfolge. Bei 4 Arterienüberpflanzungen, wobei er immer das Transplantat vom gleichen Hunde nahm, hatte er 1 Mißerfolg und 3 Erfolge.

Von 2 Arterienüberpflanzungen, wobei er von einem Hunde auf den anderen überpflanzte, mißglückte 1. 10 Venenüberpflanzungen verliefen alle negativ; er glaubt, daß die Venenwand dem arteriellen Drucke nicht gewachsen sei und er schreibt selbst, daß sich die Venenwand so stark ausbauchte, wenn die Klemmen gelöst waren, daß die Gefahr der Durchreißung an der Vereinigungsstelle bestand. Um dies zu verhindern, versuchte er die Nahtstelle mit umgebendem Bindegewebe und Muskeln zu versteifen, aber auch dabei blieb ein Erfolg aus.

Auch die Ergebnisse von Stich seien hier erwähnt, der seine Versuche nach der Methode Carrel, also ohne Prothese ausführte, und zwar an der Aorta, Carotis und A. femoralis von Hunden (Beiträge zur klin. Chirurg. 1907 Bd. 53/1).

Von 7 zirkulären Arteriennähten verlor er 1 infolge einer Nachblutung, während eine andere nach 3 Monaten durch Thrombenbildung verödet war.

Bei Transplantationen glückte es ihm einmal 3 cm der A. femoralis in die Carotis einzupflanzen und zweimal 4 cm der Carotis in die Femoralis. Nach 14—40 Tagen war keinerlei Thrombenbildung festzustellen, allerdings waren noch deutlich einige Nähte zu sehen.

Bei 5 Versuchen, bei denen er Material von toten Tieren auf lebende überpflanzte, hatte er 3 Erfolge und 2 Mißerfolge.

Von 6 Venenüberpflanzungen glückten ihm 2, während 3 durch Nachblutung und 1 durch Thrombenbildung mißglückte.

Als letztes versuchte er die zirkuläre Naht an Venen. Eine glückte, während die andere durch Thrombenbildung verödete.

Ferner führten Thurston und Lamb Versuche der ringförmigen Naht am Hunde durch (Centralorg. der Chir. Bd. 65 S. 348, 1934). Als erste Versuchsreihe wurden oberflächliche Gefäße nach der Carrel-Methode genäht. In 52% aller Fälle trat Verödung durch Thrombenbildung an der Nahtstelle ein. Allerdings kommen nach Meinung des Verfassers solche Durchmesser in der Praxis wohl kaum zu nähen. Erst als sie die Aorta beim Hunde wählten, also ein ziemlich großes Gefäß, hatten sie bessere Erfolge zu verzeichnen.

Ein noch schlechteres Ergebnis gibt eine Statistik von Sofoteroff. Bei 252 nach Carrel ausgeführten Nähte, ergab nur in 24,9% Durchgängigkeit.

Wir haben also gesehen, daß eine wesentliche Ursache, die sehr viele Gefäßnähte mißglücken läßt, und seien sie mit noch so sorgfältiger Technik ausgeführt, die nachträgliche Thrombose der Nahtstelle ist. Man versuchte also nicht nur durch ausgefeiltere Technik und unter Beachtung aller möglichen Umstände die Ursache der Thrombenbildung zu verhindern, sondern man ging auch daran, blutgerinnungshemmende Stoffe entweder örtlich an der Nahtstelle zu verwenden, oder sie dem Körper so einzuverleiben, daß dessen ganzes Blut mit diesem Stoffe in Berührung kam und somit die Gerinnungsfähigkeit auf ein Vielfaches herabgesetzt war.

Besonders wieder Pupini ging an eine Reihe von Versuchen heran, die zeigen sollten, ob man nicht durch Anwendung von gerinnungshemmenden Stoffen die Thrombenbildung verhindern könne (Centralbl. f. Chir. 27—39 S. 2327, 1932).

Als erstes Mittel wurde Natriumcitrat verwendet. Er imprägnierte das Nahtmaterial mit diesem Mittel, hatte aber damit keinen Erfolg; denn das Na. kristallisierte innerhalb des Gespinnstes aus und ergab ein rauhes, leicht durchschneidendes Nahtmaterial.

In zwei Fällen wurde durch einen Längsschnitt im Gefäße die Intima 3×4 mm excidiert, die verwundete Stelle mit Natriumcitratlösung ausgespült, sowie die Gefäßränder paraffiniert und A. oder V. durch Naht verschlossen. Es trat vollständiger Verschluß des Gefäßes ein.

Bei weiteren Versuchen verwendete er Novirudin (Melaninsäure) oder Arsenobenzol. Das so behandelte Blut konnte durch Coagulen, Clauden oder Calcium nicht zur Gerinnung gebracht werden. Die Imprägnation des Nahtmaterials mit Novirudin ist nicht gelungen, da das Material (Seide, Kunstseide, Zwirn, Hanf, Catgut, Roßhaare) brüchig wurde und die Melaninsäure inaktiv.

Versuche mit Arsenobenzol sind gelungen, aber im Experiment hatte Fromme schlechtere Ergebnisse, als mit einfachen paraffinierten Fäden.

Bei Gefäßoperationen wurde Novirudin als 1prozentige Spülflüssigkeit oder in Pastenform am besten 10prozentig auf Innen- und Außenflächen des Gefäßes angewandt. Von 27 Längsnähten erwiesen sich 14 thrombosiert und 13 durchgängig. Bei 21 zirkulären Nähten gab es 8 Nachblutungen, 9 Thrombosen und 4 unsichere Fälle.

Von 9 Seit zu Seitanastomosen hatte er 3 Nachblutungen, 4 Thrombosen und nur 2 durchgängige Nähte.

3 Arterienplastiken ergaben eine mit Venenlappen, 2 mit Aponeuroselappen ausgeführt, nach 4 bzw. 14 Tagen gute Durchgängigkeit.

8 Intimaexcisionen ergaben nach 8 bzw. 28 Tagen nur Thrombosen.

Man hatte bei den Versuchen die Erfahrung gemacht, daß zwar das Blut nicht gerinnt, daß aber die Melaninsäure die Gefäßwand schädigt, und zwar ruft sie Endothel und Mediadegeneration bis zur Nekrobiose hervor.

2 Versuche von Intimaexcisionen, die mit Arsenobenzol behandelt wurden, ergaben noch schlechtere Ergebnisse.

Weitere Versuche machte nun Pupini mit Hirudin. Dieses wird durch Koagulen und Claudenzusatz, nicht durch Ca-zusatz inaktiviert und das durch Hirudin ungerinnbar gemachte Blut durch diese erstgenannten Stoffe koaguliert.

„Man könnte sich daher vielleicht denken, daß auf diese Weise Hirudin und Heparin die vom Organismus herrührenden Stoffe, die den Übergang des Fibrins vom Sol (Fibrinogen) zum Gel bedingen (Thrombokinase — Koagulen) ihres Wirkungsvermögens berauben."

Er benützte stets Na-Zitrat 2, $NaCl_2$, H_2O 100 als Spüllösung. Die Hirudinlösung wurde ins Gefäß getropft und dann alles wie üblich paraffiniert.

Er führte 10 Intimaexcisionen, 4 lokal mit Hirudinpaste (Hirudin 20 und 30%), 2 mit gesättigter Hirudinlösung und 13 mit 20%iger Hirudinlösung durch, um zu sehen, ob diese künstlich überaus geschädigte Intima sich wieder erholen würde.

Bei den ersten 6 Versuchen, also bei denen mit Paste und gesättigter Lösung, kam es stets zur Thrombose. Bei den übrigen 13, die mit 20%iger Lösung behandelt wurden, kam es nach 2 bzw. 40 Tagen zu 4 Thrombosen, 1 Stenose und bei den übrigen 8 war die Gefäßwand wieder vollkommen hergestellt.

2 zirkuläre Nähte, ebenfalls mit 20%iger Hirudinlösung behandelt, sind vollkommen gelungen. Die durch die Intimaexcisionen geschaffenen Defekte waren zuerst mit kleinen, parietalen, nicht ins Lumen vorragenden Thromben ausgefüllt und nach 3 Wochen mit Endothel überwuchertem Bindegewebe ausgefüllt.

Da ihn die bisherigen Ergebnisse nicht befriedigten, wurde auf

Grund der erwähnten Eigenschaften des Hirudins und im Anschluß an die Ergebnisse der Phlebitisbehandlung nach Thermiere und der Arbeit Jeaminis, der durch wiederholte Hirudinisierung die vollständige Wiederherstellung des durch Natriumsalyzilikum - Einspritzungen abgefallenen Endothels einer Hundesaphena erneuern konnte, einige Versuche an 3 Hunden vorgenommen.

Diese haben ergeben: Nach Anlegen von 3—4 Blutegeln und sofortigem Verschluß ihrer Bisse mit Kollodium stieg die Blutungszeit von $2^1/_2$—4 Minuten nach einer $^1/_2$—$^3/_4$ Stunde auf über 50 Minuten. Nach 36 Stunden betrug sie immer noch 15—20 Minuten. Um aber die Blutung aus den Hautschnitten dennoch stillen zu können, benützte Pupini Wattebäuschchen, die in Koagulen getaucht worden waren. Die allgemeine Blutungszeit wurde damit in keiner Weise herabgesetzt. Das Koagulen i. v. angewandt ergab innerhalb von 10 Minuten, i. m. angewandt innerhalb von 20—30 Minuten normale Werte der Blutgerinnungszeit. Zurückzuführen ist dies auf die vorher gemachten Ausführungen, daß eben gerade Koagulen und Clauden, trotz der Hirudinisierung des Blutes imstande sind, das Blut zur Gerinnung zu bringen.

Hirudinisierung hat niemals Störungen im Allgemeinbefinden der Tiere oder des Wundverlaufes hervorgerufen. Ebenso wie die Koaguleninjektion. Parenchymatöse Blutungen konnten ohne weiteres durch Kompressen, die in Koagulen getaucht waren, gestillt werden. Es wurden so 6 sehr ausgedehnte zirkuläre Intimaexcisionen angelegt. Die Tiere wurden vor der Operation, 12 Stunden nach der Operation und dann alle 36 Stunden durch 10 Tage hindurch hirudinisiert. In 4 Fällen, in denen dieses Verfahren durchgeführt wurde, kam es stets zur Heilung der Gefäßwunde ohne Thrombose. Der Gefäßwanddefekt wurde durch Bindegewebe, das mit Endothel überwachsen war, ersetzt.

Bei 2 Tieren, bei denen die Hirudinisierung nach dem zweiten Anlegen der Blutegel unterbrochen wurde, trat Thrombose ein. 5 End zu Endanastomosen sind alle gelungen. Es ist überdies gelungen, ein Stück einer nicht ganz 2 mm starken Hundecarotis temporär auszuschließen ohne die distale Blutversorgung zu unterbrechen. Es wurde ein über 50 cm langes Gummirohr in die beiden Stümpfe der Carotis eingeschaltet und eine $^3/_4$ Stunde lang liegen gelassen, wobei es ganz regelmäßig funktionierte, ohne daß sich im Gummirohr der kleinste Fibrinbelag gebildet hätte. Nach Entfernung dieses Rohres sind Arterienschnitte verschlossen worden und die Gefäße sind geheilt, obwohl durch die Wahl zu großer Glasschaltstücke das Endothel ziemlich beschädigt war.

In dem Vorangehenden sollte gezeigt werden, welche physiologischen Grundsätze nach Möglichkeit bei der zirkulären Gefäßnaht zu beachten sind und wie man versuchte, ein möglichst gutes Ergebnis zu erzielen. Teils wurden die Instrumente verbessert, teils blutgerinnungshemmende Stoffe sowohl örtlich, wie allgemein angewendet; denn die Hauptgefahr für ein genähtes Gefäß ist und bleibt die Thrombose. Und genau so mannigfach, wie hier die Versuche waren, diese Gefahr zu bannen, genau so sind die technischen Methoden, mit denen die Chirurgen an die zirkuläre Naht eines Gefäßes herangingen.

Auf zweierlei Weise wurde es versucht, eine durchgängige ringförmige Naht herzustellen. Die einen suchten eine direkte Vereinigung der Gefäße herbeizuführen, die anderen mit Hilfe einer Prothese. Zunächst sollen die Methoden der direkten Vereinigung besprochen werden.

1897 machte Murphy die ersten Versuche, die Enden der Gefäßstümpfe mit fortlaufender oder mit Knopfnaht zu nähen, und zwar führte er die Naht durch alle drei Schichten der Gefäßwand (Jeger: Chirurgie der Blutgefäße u. des Herzens, Berlin 1913). Die Erfolge waren nicht besonders groß, was sehr begreiflich ist.

Es wurde keinerlei Rücksicht auf das Auskrempeln der Gefäßränder genommen und durch die Lücken der einzelnen Stiche hatten die Gewebssäfte der Media und Adventitia ohne weiteres Zutritt und verschlossen durch ihre koagulationsfähigen Stoffe die Lichtung der Gefäße durch Thrombose. Murphy arbeitete nun ein anderes Verfahren aus, sein sogenanntes Invaginationsverfahren. Das zentrale Ende des Gefäßes wurde mittels Haltefäden in das periphere hineingezogen, so daß sofort eine vollkommene Vereinigung der beiden Gefäßenden bestand.

Auch dies war kein ideales Vorgehen, man hatte zwar im Augenblick eine gute Vereinigung, aber Intima auf Intima kam auch hier nicht aufeinander zu liegen und deshalb konnten auch bei diesem Verfahren die Gewebssäfte in das Innere der Gefäßlichtung dringen, wenn auch nicht mehr in dem Maße, wie es bei seinem früheren Nahtverfahren der Fall war. Auch konnte hier am Übergange von einer Gefäßlichtung in die andere sehr leicht Wirbelbildung auftreten und Thrombose an der Nahtstelle hervorrufen. Aber dennoch ist es ihm 1897 auf diese Weise gelungen, die A. femoralis beim Menschen durchgängig wieder zu vereinigen. Es ist eben doch ein verhältnismäßig großes Gefäß, das trotz randständiger Thrombenbildung an der Nahtstelle durchgängig geblieben ist.

Gluck dagegen legte die Arterie frei und resezierte ein Stück, das er wie eine Manschette über das periphere Ende stülpte und dann die Naht nur durch Adventitia und Media gehend anlegte (Arch. f. klin. Chir. Bd. 69 S. 938, 1903). Über die Nahtstelle zog er nun das resezierte Stück, was den Zweck hatte, daß ein leichter Druck auf die Naht ausgeübt wurde und weniger Stiche notwendig wurden. Er gibt weiter an, daß man statt der Arterie auch dekalzinierte Knochenringe und sogar Gummiringe verwenden könne. Näheres über seine Versuche teilt er nicht mit.

Wir sehen, daß auch hier noch keinerlei Wert darauf gelegt ist, daß Intima auf Intima genau zu liegen kommen, allerdings vermeidet Gluck, die Intima mitzunähen, um dadurch das Endothel nicht noch einmal zu schädigen. Was seine Manschette betrifft, so dürfte sie für die Naht von geringer Bedeutung sein, wenn nicht gar ein Nachteil. Denn sowohl seine resezierte Arterie, wie besonders sein dekalzinierter Knochen oder Gummiring wirken wie ein Fremdkörper und verursachen sicher Entzündung und Nekrose an der Nahtstelle, wodurch Nachblutung und Thrombose des Gefäßes herbeigeführt oder zumindest sehr begünstigt werden.

Erst Briean und Jaboulay entwickelten eine Methode, die das Auskrempeln der Gefäßenden herbeiführte und somit Intima an Intima zu liegen kam. Sie verwendeten die sogenannte U-Naht. Diese wirkt folgendermaßen: Wenn man mit dem zusammengehörenden Faden, der durch beide Wundlippen geht, einen Knopf macht, zwingt man die Ränder der Arterienenden nach außen, so daß Intima auf Intima zu liegen kommt.

Hier haben wir zwar das Aneinanderliegen der Intimaflächen durch Auskrempeln, aber die technische Anwendung dieser Methode ist außerordentlich schwierig, wenn man die Kleinheit der Gefäße berücksichtigt. Wird sie aber sorgfältig ausgeführt, so dürften keinerlei Störungen im Heilungsverlaufe eintreten, aber trotzdem sind keinerlei Versuche erwähnt.

Nur Clermont erwähnt Versuche an der V. cava beim Hunde, allerdings mit einer kleinen Abänderung der Methode. Er führte durch den Kragen, der beim Auskrempeln entstanden ist, eine zweite Naht, so daß die Venenenden durch eine doppelte Naht zusammengehalten wurden. Ob er Erfolg hatte, ist nicht bekannt.

Jetzt gab Carrel eine Methode an, die die Rundung des Gefäßes in ein Dreieck zerlegte, so daß man in gerader Richtung eine fortlaufende Naht setzen konnte. Dies wird ermöglicht durch das

Anlegen von drei Haltefäden, die gleichweit voneinander entfernt beide Gefäßenden fassen und durch alle drei Schichten gehen.

Dies ist die Methode, die von Stich nachgeprüft wurde und von den meisten Chirurgen, die sich mit Gefäßnaht beschäftigten, verwendet wurde. Sie hat manch schöne Erfolge gezeitigt, aber dennoch ist es nicht leicht, eine ausgekrempelte Naht anzulegen, besonders bei kleinen Gefäßen.

Allerdings suchte man dies dadurch zu erleichtern, daß man den Durchmesser des Gefäßes künstlich erweiterte, am einfachsten durch Längsschnitte in die Gefäßwand. Auf diese Weise soll es der russischen Ärztin Dobrowdskaya gelungen sein, Gefäße mit einem Durchmesser von 0,3 mm zu nähen. Ob diese Angabe den Tatsachen entspricht, ist zumindest zweifelhaft, obgleich es bei allen Autoren zu finden ist, denn hier handelt es sich um Durchmesser, die trotz aller lumenerweiternden Methoden größte technische Anforderungen stellen und sicher solch schwere Gewebsschädigung am Gefäß setzen, daß Thrombose eintreten wird.

Auch Lexer bediente sich bei zirkulärer Vereinigung der Gefäße der Methode Carrel (Deutsche Zeitschrift f. Chir. Bd. 135 S. 437, 1916).

Er gibt an, daß bei ringförmiger Vereinigung die fortlaufende, ausstülpende Naht das einfachste Verfahren sei. Ob man nach Carrel, Stich oder Jeger drei oder nach ihm zwei Haltefäden benütze, die gegenüberliegen, sei für die Naht gleichgültig. Lexer benützt die fortlaufende, ausstülpende Matrazennaht, besonders bei Transplantationen. Weiterhin sei es gleichgültig, ob man mit einem einzigen Faden ganz herumnähe oder, nach Bier, die beiden Haltefäden gleich zum Nähen je einer Hälfte benütze. Lexer näht von der Hand weg, benützt den kleinen Finger der linken Hand zum Spannen des einen Haltefadens, während die Spannung des anderen ein angelegter Schieber besorgt. Von Zeit zu Zeit beträufelt er die Nahtstellen und Lichtungen nach Carrel mit flüssigem Paraffin aus einer Spritze, wodurch selbst die kleinsten Verhältnisse an der Gefäßwunde außerordentlich klar und aufgestellt erscheinen, auch beseitigt er damit das Blut aus den Gefäßstümpfen auf die schonendste Weise und damit die Möglichkeit einer jeden Gerinnselbildung. Wichtig sei die vorhergehende Entfernung der Adventitia, weil sich die Intima nach Durchtrennung sofort in diese zurückziehe. Sobald vorliegende Seite genäht ist, wendet er diese um, indem er den zweiten Haltefaden samt dem Nahtfaden unter ihm hindurchführt. Bei Blutungen nach Lösung der Klemmen legt er noch eine Naht an, aber nur durch die äußeren Schichten. Irgendwelche Versuche sind nicht bekannt.

Die Carrel-Methode wurde auch von Pupini bei seinen Versuchen der zirkulären Gefäßnaht verwendet (Centralorg. der Chir. Bd. 61 S. 203, 1933). Hierbei erwies sich die genaue Aneinanderlegung der Gefäßstümpfe als sehr schwierig, manchmal als unmöglich.

Zur Vermeidung der Schwierigkeit der genauen Anlegung und Wirkung der Haltefäden hat er die Technik zunächst in der Weise geändert, daß mit zwei doppelt armierten Fäden zunächst der eine Gefäßstumpf transversal durchstochen wurde, wobei er aber vermieden hat, die gesamte Gefäßwand zu durchstechen, aber möglichst der halbe Umfang des Gefäßlumens zu fassen gesucht wurde. Mit beiden Nadeln desselben Fadens wurde sodann in nächster Nähe des Wundrandes das Gefäßlumen von außen nach innen durchstochen. Es ergaben sich somit vier Nahtpunkte, die ein Quadrat umfaßten. Nach Knüpfung der Fäden konnte der Rand des proximalen Stumpfes ohne weiteres ausgestülpt werden, worauf dieser Stumpf in den distalen hineingeschoben wurde, indem die Nadeln parallel zu jedem Haltefaden von innen nach außen durchstochen wurde. Eine gekreuzte Kappennaht beendete die Operation. Diese Methode wurde bereits früher schon von Danis angegeben, allerdings in etwas anderer Weise.

Wir haben also hier wiederum ein Invaginationsverfahren, das aber gegenüber dem von Murphy, das voraushat, daß hier das Gefäßende, das invaginiert wird, zuerst ausgekrempelt wird und somit ebenfalls wieder die Grundregel aller Gefäßnähte erreicht ist, nämlich ein gutes Aufeinanderliegen der Intimaflächen.

Aber auch hierbei ergaben sich große Schwierigkeiten. Hiezu kam die Schwierigkeit der Technik, so daß Pupini eine weitere Abänderung in der Weise versuchte, daß er eine besondere Gefäßklemme verwendete, die gleichzeitig den temporären Gefäßverschluß und die Annäherung der Gefäßlichtungen ermöglichte, ohne das Gefäß zu schädigen. Trotzdem war es noch schwer, die einzelnen Teile des Gefäßumfanges in gleichmäßiger Weise zu spannen, um die durch die eigene Elastizität in der Längsrichtung bestehende Spannung zu vermeiden. Diese Schwierigkeit wurde durch die Konstruktion von zwei schraubstockartigen Instrumenten behoben, die die Gefäßlichtungen genau unter gleichmäßigem Zuge einander näherten.

Die Vereinigungsstelle wurde zum Schlusse mit einem freien transplantierten Venenstück umschlossen, das man am einfachsten aus kleinen, in der Längsrichtung geschlitzten Kollateralen gewinnt. Er konstruierte sich allerdings auch einen mechanischen Nadelhalter, der an den Magennähapparat von Hahn erinnert und hat mit diesem

neuen Instrumentarium wirklich gute Erfolge gehabt im Tierversuch, wie früher schon erwähnt wurde.

Einige Jahre aber, bevor Murphy an seine Versuche heranging, versuchte man mittels Prothesen ein durchtrenntes Gefäß wieder zu vereinigen.

So vereinigte Abbe 1894 Arterien und Venen dadurch, daß er Glastuben in die Lumina legte und sie festband (Arch. f. klin. Chir. Bd. 69 S. 938, 1903). Er soll damit einige günstige Erfolge gehabt haben.

Vorübergehende Erfolge dürften wohl gelungen sein, aber länger dauernde sind wohl kaum möglich gewesen; denn gerade diese Glastuben stellten einen Fremdkörper im Gefäßlumen dar und schädigten durch ihren Druck sicherlich das überaus zarte Endothel, was dann weiterhin zu Nekrose und Thrombose führen mußte. Auch dürfte es bald zu Nachblutungen gekommen sein; denn die Ligatur, die zur Befestigung des Gefäßrandes um die Tube geführt worden war, machte bestimmt eine Nekrose des Gewebes, hervorgerufen durch die schlechte Ernährung an dieser Stelle, so daß die Gefäßwand dem Blutdrucke nicht mehr standhalten konnte und somit die Gefäßvereinigung nicht von langer Dauer sein konnte.

Auch Jensen ging an die Versuche heran, Gefäße wieder durchgängig zu vereinigen (Arch. f. klin. Chir. Bd. 69 S. 938, 1903).

Zuerst versuchte er es mit der schon erwähnten U-förmigen Naht, er hatte aber unter 9 Versuchen 6 Mißerfolge, was ihn bewog, die Methode Murphy in der Weise zu gestalten, daß er einen Knochenring verwendete, der an 6 Stellen durchbohrt war und auf das zentrale Ende geschoben wurde.

Bei der Venennaht verwendete er 2 Knochenringe mit je 10 Löchern, die über die beiden Enden geschoben wurden. Der Faden ging durch je ein korrespondierendes Loch und zugleich durch die beiden Enden der durchtrennten Vene. Es konnten bei dieser Art der Vereinigung die Enden ausgekrempelt werden.

Ob er irgendwelche Erfolge damit erzielte, geht nicht daraus hervor, aber auch hierbei wirkte das Knochenstück als Fremdkörper und begünstigte die Einwanderung von Bakterien mit nachfolgender Zerstörung der Gefäßwand und nachfolgendem Verschluß der Gefäßlichtung.

Erst Payr schaffte eine Prothese, die manche Erfolge zeitigte (Arch. f. klin. Chir. Bd. 72 S. 32, 1904). Sie besteht aus resorbierbarem

Material, und zwar aus Magnesium. Diese Methode wurde besonders von Höpfner nachgeprüft und ausgearbeitet. Er verwendete nur eine Hülse von 5 mm Länge und 3 mm Durchmesser, der je nach dem Durchmesser des zu nähenden Gefäßes $^1/_2$ zu $^1/_2$ mm stieg. So war für jedes Gefäß eine geeignete Hülse vorhanden. Durch diese Hülse wird das periphere Ende des Gefäßes hineingezogen, umgestülpt und über einer Nute festgebunden. Dann wird über dieses umgeschlagene periphere Ende das zentrale gezogen und wiederum festgebunden. Es liegen nun Intima auf Intima fest aneinander. Zur besseren Ernährung und Sicherung der Vereinigungsstelle legte er eine Catgutnaht des umgebenden Gewebes über die Nahtstelle, entweder aus Muskel oder aus Bindegewebe.

Die Prothesen sind gewöhnlich nach 6 Monaten verfallen und zum Teil resorbiert. An Gefäßen, die in ruhigen Abschnitten liegen, wie Carotis, zerfallen sie langsamer als solche, die an der Femoralis liegen. Höpfner glaubte, daß die Resorbtion mit der Bewegung Hand in Hand gehe.

Man hatte nun allerdings eine Prothese, die das Auskrempeln der Enden erleichterte und Intima sicher auf Intima zu liegen kam, aber wiederum hatte man einen Fremdkörper im Wundgebiete liegen und begünstigte die Infektion. Des weiteren trat immer eine Verengerung des Gefäßdurchmessers an der Nahtstelle ein, wie Höpfner selbst berichtet, hervorgerufen durch die proliferativen Vorgänge gerade an der Nahtstelle durch den Reiz, den das resorbierbare Material auf das umgebende Gewebe ausübt. Die Versuche, die Höpfner ausführte, sind bereits früher erwähnt.

Reisholm berichtet über 5 Versuche an Ziegenböcken, und zwar an Venen, die er nach dieser Methode ausführte und alle negativ verliefen. Er gibt an, daß Drucknekrose auftritt, besonders an der Umschlagstelle der Vene über die Prothese und somit das Gefäß durch Thrombenbildung verödet.

Salinari und Virdia machten ebenfalls Versuche mit dieser Methode, allerdings verwendeten sie Aluminiumprothesen, da Magnesiumprothesen nicht zu beschaffen waren. Sie hatten sehr ungünstige Ergebnisse, was Payr auf das Material der Prothesen zurückführte; Aluminium ist viel schwerer resorbierbar als Magnesium.

Payr arbeitete noch ein zweites Verfahren aus, allerdings ist darüber nichts genaues bekannt (Arch. f. klin. Chir. Bd. 69, 1903).

Die Prothese besteht aus zwei Magnesiumzylindern, die an dem einen Ende einen Kragen tragen. Der eine Kragen besitzt 4 Löcher,

während der andere 4 entsprechende Spitzen trägt. Das Gefäß wird genau so befestigt wie bei seiner anderen Prothese und die beiden Hülsen so zusammengebracht, daß die 4 Spitzen in die Löcher kommen. Alsdann klemmt man sie mit einer besonderen Zange zusammen, so daß sie die beiden Teile der Prothese wie eine Art Niete fest verbunden halten.

Diese Art von Gefäßvereinigung muß sich schon bei Payr selbst nicht besonders bewährt haben; denn es sind keinerlei Angaben über Versuche vorhanden. Ein weiterer Nachteil dieser Methode dürfte der sein, daß verhältnismäßig große Strecken des Gefäßes zur Naht benötigt werden, was einesteils die Gefahr in sich birgt, daß das Endothel Schaden leidet, andernteils, daß Nekrose der umgestülpten Gefäßenden eintritt, hervorgerufen durch schlechte Ernährung infolge des Druckes, den die beiden Prothesen an der Vereinigungsstelle auf das Gewebe ausüben. Des weiteren ist ein noch größerer Fremdkörper im Wundgebiet als bei seiner ersten Methode; denn jetzt hat er zwei Prothesen am Gefäße liegen und die ungünstigen proliferativen Einflüsse machen sich noch mehr geltend.

In Anlehnung an diese Methode von Payr verbesserten Lespinasse, Fischer, Eisenstädt dies in folgender Weise (Lexer, Allg. Chir. Bd. II S. 43).

Sie verwendeten für jedes Gefäßende einen flachen mit 8 Löchern versehenen Magnesiumring, an dem das durchgezogene Ende des Gefäßes mit etwas umgekrempelter Wandung durch einige Nähte befestigt wird. Die so mit Ringen versehenen Enden werden durch 4 Matrazennähte unter Benützung der Löcher aneinandergebracht, wodurch Intima mit Intima in Berührung kommt. Pupini machte Versuche mit dieser Prothesentechnik, allerdings immer mit Mißerfolg, besonders an Stellen, wo große Bewegung herrschte; denn die Prothesenteile verschoben sich gegenseitig und verlegten so das Lumen. Ein weiterer Nachteil ist aber auch hier der, daß zu leicht Drucknekrose an der Vereinigungsstelle der beiden Prothesen auftreten kann.

Jansen verwendete statt Magnesiumzylinder solche aus Elfenbein (Arch. für klin. Chir. Bd. 69, 1903). Er machte 3 Versuche an Venen und 3 an Arterien. Die Venen thrombosierten, während die Arterien durchgängig geblieben sind, wenn auch überaus stark verengt. Auch hier liegt ein Fremdkörper im Wundgebiet und die proliferativen Vorgänge dürften kaum weniger nachteilig sein, als bei den schon erwähnten Verfahren.

Nitze verwendete ebenfalls eine Prothese aus Elfenbein, und

zwar genau nach der Methode von Höpfner, nur daß er diese Prothese nach ausgeführter Naht abnehmen konnte.

Wie er dies genau ausführte, ist nicht bekannt, selbst Jansen, der sich Abbildungen schicken ließ, ist sich in keiner Weise klug geworden, wie die Anwendung dieser Prothesen erfolgte. Versuche darüber sind jedenfalls nicht beschrieben.

Eine weitere Prothesentechnik aus neuerer Zeit ist die von Meythaler-Naegeli (Klinische Wochenschrift 1932 Bd. I S. 532).

Ihre Versuche bestehen, durch Prothesen End zu Endnaht herzustellen, und zwar im Tierversuch und nur an Venen. Die Prothesen stellen eine Vereinigung des Prinzips der Hülse und des Plättchens dar. Die Prothesen sind nicht rund, sondern rechteckig mit zwei kürzeren abgerundeten Flächen. Sie zeigen in der Mitte einen kleinen am Ende etwa 1 mm dicken, nicht scharfrandigen Tubus. Dieser trägt hinter seinem freien Ende eine seichte Rinne. Um die Lichtungen genau aneinanderlegen zu können, zeigen die Prothesen am erhöhten Rande vier bzw. zwei Löcher. Zwei dieser Löcher passen auf zwei entsprechende Stifte der anderen Prothese, wodurch sie sich leicht und genau aufeinanderbringen lassen. Die zwei anderen Öffnungen dienen zum Anbringen von Seidennähten, durch die nachher eine feste Fixation erzielt wird. Die Ränder des Plättchens zeigen dieselbe Höhe wie der Tubus, so daß durch Aneinanderpassen dieser, die beiden Tuben dicht aufeinanderliegen. Der zwischen erhöhtem Rande und Tubus liegende Spielraum ermöglicht das Herumführen einer Ligatur, durch die die Gefäßwand am Tubus festgebunden wird. Das eine Plättchen wird über den vorher mit weicher Klemme abgeklemmten Venenquerschnitt gebracht, die Gefäßwand vorsichtig mit feinen anatomischen Pinzetten angezogen und umgekehrt über den kleinen Tubus zurückgestülpt, wodurch die Intima nach außen zu liegen kommt. Da ein Tubus mindestens 1 mm dick ist, kommt also an der Umschlagstelle eine ziemlich breite Berührungsfläche der Intima aneinanderzuliegen. Mit einem Catgutfaden läßt sich die umgestülpte Venenwand in der am Tubus angebrachten Rinne, die ein Abrutschen verhindert, leicht befestigen. Am anderen Plättchen wird genau so vorgegangen. Die Lumina der Gefäße betragen 2—9 mm. Am Tierversuche soll es mit absoluter Sicherheit gelungen sein und mit großer Einfachheit, Verbindungen von Pfortader und Nierenvenen sowie Milzvenen und linker Nierenvene herzustellen. Die Anastomosen erwiesen sich bei der Nachprüfung als funktionstüchtig.

Die technische Ausführung dieser Methode ist bestimmt nicht sehr einfach und weiterhin haben wir eine Prothese am Gefäße liegen, die

eine Schädigung der Gefäßwand sehr leicht möglich macht. Man hat die Gefahr der Nekrose an der Umschlagstelle des Gefäßes, an der Ligatur und letzten Endes ist eine Drucknekrose an der Stelle zu befürchten, wo die Gefäßenden aneinanderstoßen; denn ist die Vereinigung locker; so gibt es eine Nachblutung, ist sie zu fest, so ist mit Drucknekrose zu rechnen. Aber auch die proliferativen Vorgänge, hervorgerufen durch diesen verhältnismäßig großen Fremdkörper, dürfen nicht übersehen werden.

Man hatte zwar jetzt die Möglichkeit, eine sichere Naht für den Augenblick anzulegen, aber auch die Gefahr, daß ein Fremdkörper mit all seinen Nachteilen im Wundgebiet lag. Dies war der Grund, warum man daran ging, wie es schon Nitze versuchte, den Vorteil der Prothese bei der Anlegung der Naht auszunützen und nach Vollendung dieser die Prothese wieder zu entfernen, so daß keinerlei Fremdkörper schädigend auf die Gefäßwand einwirken konnte und man aber dennoch die Gewißheit hatte, daß Intima genau auf Intima lag.

So vereinigte De Gaetano die beiden Gefäßenden, indem ein beiderseits spitz zulaufendes Glasstück in die Gefäßenden eingeführt und darüber die Naht ausgeführt wurde (Chirurgie des Herzens und der Gefäße von Jeger 1913). Nach Vollendung dieser Naht wurde das Glasstück durch eine seitliche Inzision entfernt und die Wunde mittels seitlicher Naht wieder verschlossen. Versuche sind keine beschrieben.

Der Nachteil ist der, daß sehr leicht Schädigungen des zarten Endothels durch die Glastuben möglich sind und man noch einmal eine Gefäßverletzung setzen muß, was bestimmt nicht gleichgültig ist bei einem an und für sich schon schwer geschädigten Gefäße.

Auch Voß gibt eine Naht an, und zwar speziell bei kleinen Arterien, die dieser sehr ähnlich ist (Centralbl. f. Chir. Nr. 14, 1933).

Mit einer Hagedornnadel wird durch die Wand des einen Gefäßstumpfes ein längsgerichteter Schlitz angebracht, durch den eine Knopfsonde gezogen wird, auf das andere Ende der Sonde wird der andere Gefäßstumpf gelagert. Nach Anlage zweier Haltefäden wird die Naht des Gefäßes auf der Sonde ausgeführt. Darnach wird die Sonde herausgenommen und die Blutung durch Kompression gestillt, was bei der Längsrichtung des Schlitzes leicht gelingt.

Auch Rieder und Kestner nähten 1926 größere Gefäße nach dieser Methode, nur daß sie die mit der Sonde ausgeführte Öffnung nach vollendeter zirkulärer Naht durch Einzelnaht verschlossen. Ob

sie irgendwelche Erfolge damit erzielten, ist nicht bekannt. Immerhin ist die Naht durch Thrombose aufs äußerste gefährdet; denn erstens setzt man eine zweite Gefäßverletzung und zweitens schädigt, wie die Glastube, die Sonde das Endothelgewebe, und die besten Vorbedingungen für die Thrombenbildung im Gefäße sind gegeben.

Schon weitaus besser sind dagegen die Verfahren von Elsberg und Hirschmann (Jeger: „Chirurgie der Herzens und der Gefäße", 1913). Auch sie verwendeten abnehmbare Prothesen, die aber nicht im Gefäßlumen lagen, sondern außen an das Gefäß angelegt wurden.

Elsberg verfertigte sich eine Kanüle, die aus zwei Stahlröhrchen besteht und mit Schienen die durch eine Schraube aneinander verschoben werden können, verbunden sind, so daß der Abstand der beiden Halbröhrchen voneinander durch Drehen der Schrauben beliebig verstellt werden kann. An jedem der beiden Halbröhrchen sind 4 Widerhaken angebracht. An diesen 4 Haken werden die Gefäßenden angehakt und befestigt. Ursprünglich wurde dieses Instrument nur zu Bluttransfusionen verwendet, erst später wurde es auch zu Gefäßnähten herangezogen.

Das zweite Instrument von Hirschmann ist folgendermaßen gebaut. Es besteht aus 2 aufklappbaren Aluminiumhülsen, die dem Gefäßlumen angepaßt sein müssen. Die Gefäßenden werden durch die Hülsen gezogen, umgeschlagen und festgebunden. Man kann die Enden so einander nähern, daß der Blutstrom nicht ausgeschaltet zu werden braucht oder wenigstens nur auf kurze Zeit. Nach vollendeter Naht kann die Prothese wieder entfernt werden.

Obgleich diese beiden letztgenannten Arten zur Ausführung der Gefäßnaht große Vorteile in sich bergen würden, sind keinerlei Versuche bekannt und beide Verfahren fast wieder vollkommen in Vergessenheit geraten. Es scheint, daß sehr große Gefäßstrecken freigelegt werden mußten, damit die Instrumente überhaupt angelegt werden konnten und daß dadurch oft sehr leicht eine viel zu große Spannung an der Nahtstelle auftrat, was sicher sehr oft zu Nekrose und Nachblutung führte.

Erst 1934 erscheint wieder eine Veröffentlichung von dem russischen Arzte Spuga über Gefäßnähte, die sich sehr an die Methode Hirschmann anzulehnen scheint (Centralorg. d. Chir. Bd. 67 S. 616, 1934). Allerdings konnte die Originalveröffentlichung nicht herbeigeschafft werden.

Er verwendet gefäßvereinigende Klemmen zur Anlegung der Gefäßnaht ohne Ausschaltung des Blutkreislaufes. Das vom Verfasser

beschriebene eigene Modell der gefäßvereinigenden Klemmen ermöglicht das Vernähen eines völlig durchtrennten Gefäßstumpfes fast ohne Unterbrechung des Blutkreislaufes (höchstens auf eine Minute). Die Ansatzstücke dieser Klemme haben eine verschieden große Weite, so daß sie jedem Durchmesser des Gefäßes angepaßt sind. Von der Thyreoidea bis zur Aorta. Irgendwelche Versuche sind nicht bekannt.

Da wir nun gesehen haben, auf welch verschiedene Art und Weise die Vereinigung durchtrennter Gefäße versucht wurde und welch wechselnde Endergebnisse daraus entstanden sind, haben auch wir uns die Aufgabe gestellt, quer durchtrennte Gefäße wieder zu vereinigen.

Schörcher schaffte ein Instrument, das einfach in seiner Handhabung, einfach in seiner Anlage an das Gefäß war, bei möglichst geringem Verlust an Wandfläche des zu nähenden Gefäßes und aber auch dem weniger Geübten die Möglichkeit gibt, eine zirkuläre Gefäßnaht mit Erfolg auszuführen („Der Chirurg" 10. Jahrgang 1938, Heft 19). Es ist dies ein Instrument, das den Vorteil der Prothese mit dem der frei angelegten Naht verbindet. Weiterhin ist es nicht mehr nötig, zur Abklemmung des Gefäßes eigene Klemmen zu verwenden, sondern hier ist Prothese und Klemme in idealer Weise gekoppelt. Das Grundprinzip des Instrumentes ist, wie schon erwähnt, die Vereinigung der Klemme mit der Prothese zu einem einzigen Instrument, das nach ausgeführter Naht abgenommen werden kann, so daß keinerlei Fremdkörper an dem Gefäße zurückbleibt und somit die Gefahren, wie sie die Magnesiumprothesen von Payr darstellen, überhaupt nicht in Betracht kommen. Ein einwandfreies Auskrempeln und damit sicheres Aneinanderliegen der Intimaflächen wird aber dennoch durchaus gewährleistet. Es sind dies zwei korrespondierende Klemmen, die eine für das zentrale, die andere für das periphere Ende des Gefäßes, ähnlich den Höpfnerklemmen. Allerdings haben sie gegenüber diesen den Unterschied, daß die beiden Branchen, zwischen denen die Gefäße abgeklemmt werden, gegeneinander federn und daher bewirkt, daß man einen gelinden Druck auf die Gefäßwand ausüben kann.

Die Zähne des Sperrungskranzes wurden so angebracht, daß bei einem Gefäße von ungefähr 3 mm Durchmesser erst der dritte oder vierte Zahn das Gefäß so abklemmt, daß die Blutung steht. Auf eine Umhüllung der Branchen mit Gaze oder Gummi, wie sie Höpfner und andere Autoren zur Vermeidung von Verletzungen der Gefäßwand angeben, wurde verzichtet; denn man ging von der Betrachtung aus, daß es notwendig sei, immerhin einen solchen Druck auszuüben,

daß das Gefäß verschlossen ist. Es hat auch keinen allzu großen Einfluß auf die nachträgliche Durchgängigkeit eines Gefäßes, ob man direkt abklemmt oder einen Gazestreifen dazwischenschaltet, was sich bei den Versuchen bestätigte. Die Branchen wurden sogar ganz leicht gerippt, um ein Zurückweichen des durchtrennten Gefäßstumpfes zu verhindern.

Die Hülsen, die an den Klemmen angebracht sind, besitzen einen Längsdurchmesser von einigen Millimetern, während ihr Querdurchmesser je nach dem Durchmesser des zu nähenden Gefäßes 4, 5, 7 und 9 mm betragen kann. Es ist deshalb immer ein gewisser Satz von Klemmen notwendig, der je nach der Größe des Gefäßes zur Auswahl kommt. Wie im einzelnen die technische Anwendung dieser Prothese ist, geht am besten aus der Veröffentlichung von Schörcher im „Chirurgen" hervor.

Mit diesem Instrumentarium gingen wir an unsere Versuche heran. Versuchstier war, wie bei den meisten Autoren, der Hund. Er ist insofern ein günstiges Versuchsobjekt, da seine Gefäßdurchmesser zum Teil sehr kleine Ausmaße besitzen und zweitens sein Blut viermal so schnell gerinnt als das des Menschen; also für das Gelingen einer Naht denkbar ungünstige Verhältnisse herrschen.

Genäht wurden bei unseren Versuchen dreimal die Arteria femoralis, zweimal die A. iliaca externa, viermal die A. carotis communis, und zwar immer mit bestem Erfolge. Es wurde dabei folgendermaßen vorgegangen.

Unter größter Asepsis wurde die Gefäßscheide freigelegt und das Gefäß auf eine Länge von 3 cm herauspräpapiert, wobei versucht wurde, lediglich dort die Adventitia zu entfernen, wo später die Durchtrennung des Gefäßes vorgenommen werden sollte; denn für die Ernährung der Gefäßwand ist es nicht gleichgültig, ob man die Adventitia sehr weit oder nur ein kleines Stück zurückschiebt; denn damit geht Hand in Hand eine größere oder kleinere Schädigung der vasa vasorum. Dann wurden die Klemmen je nach dem Durchmesser des Gefäßes ausgewählt, in Paraffinum liquidum getaucht und angelegt. Hierdurch wurde vermieden, daß die über die Prothese zurückgeschlagene Media am Metall festklebte und geschädigt wurde. Zwischen beiden Klemmen wurde ein Zwischenraum von 1 cm gelassen, der genügte, um nach Durchtrennung die Gefäßenden gerade noch günstig fassen zu können. Es ist zu berücksichtigen, daß sich die Gefäßstümpfe der Arteria stark zurückziehen und unter der Adventitia verschwinden, wenn diese nicht sorgfältig abpräpariert ist. Wie ein Schleier überzieht dann die Adventitia die Gefäßenden und

begünstigt die Bildung eines Thrombus. Gleichzeitig verengt sie die Arteria sehr stark und beide Vorgänge sind die Ursache, warum eine Blutung selbst aus großen Gefäßen von selbst zum Stehen kommt. Bei der Gefäßnaht muß aber diese Thrombenbildung verhindert und deshalb die Adventitia entfernt werden. Man faßt sie mit einer Splitterpinzette, hebt sie an und schneidet mit der Schere den Gewebszipfel ab. Jetzt wurden die Gefäßenden sofort mit physiologischer Kochsalzlösung ausgespült und alles so abgedeckt, daß die Enden in keinerlei Berührung mit den Gewebssäften kamen; denn nur so ist es möglich, die Vorbedingungen für eine Thrombose auf das äußerste herabzusetzen. Die Stümpfe wurden nun über die Prothese ausgekrempelt und die Naht angelegt. Schörcher benützte die einfache Knopfnaht, und zwar wurde Stich an Stich gelegt von $^1/_3$ zu $^1/_3$ mm. Die Stiche faßten jeweils Media und Intima.

Was Nadeln anbetrifft, so verwendeten wir die halbkreisförmigen drehrunden Nadeln nach Payr Nr. 3, während wir als Nähmaterial paraffinierte Seide von Amann Nr. 00 feinerem Nähmaterial vorzogen, da bei letzterem die Gefahr des Durchschneidens zu groß ist. Außerdem wurde ein kleiner feststellbarer Nadelhalter und Splitterpinzetten benützt, die sich besonders beim Auskrempeln der Gefäßwand sehr gut eigneten, bei der Kleinheit der Gefäße und der leichten Verletzbarkeit des Endothels.

Vor dem Abnehmen der Klemmen wurden mit einer anatomischen Pinzette beide Gefäßränder aneinander geschoben und die Prothese von noch umgestülpten Gewebsteilen befreit. Jetzt wurde die Feststellvorrichtung geöffnet und die Klemmen rasch und gleichzeitig geöffnet. Es ist möglich, daß dies einmal nicht sogleich gelingt. Die Ursache hiefür ist, daß die genähten Gefäßränder noch teilweise über die Prothesen gestülpt sind. Ein leichtes Auseinanderdrängen der Klemmen in der Richtung des Gefäßverlaufs erlaubt sofort das weite Öffnen der Klemmen, nachdem vorher selbstverständlich schon die Zahnsperre gelöst war. Ist man in der Lage, die beiden Gefäße solange mit den Fingern abzuklemmen, bis beide Prothesenklemmen entfernt sind, so ist dies ohne Zweifel am günstigsten. Der Druck ist mit den Fingern sehr genau zu bemessen und der Blutstrom kann nach Abnahme der Klemmen rasch und auf einmal freigegeben werden. Nach ausgeführter Naht wurden die Muskeln sorgfältig über den Gefäßen wieder vereinigt und eine ebenso sorgfältige Hautnaht angelegt. Als äußere Deckung der Wunde wurde nur Mastisol, aber keinerlei Verband benützt.

Die 9 Arteriennähte wurden nach 4—12 Wochen alle auf ihre Durchgängigkeit durch Freilegung der Arterien und Resektion des

zirkulär genähten Gefäßteiles geprüft. Alle waren vollkommen durchgängig und frei von jeder Auflagerung. Eine feine Schicht von spiegelnder Intima überzog die Nahtstelle.

Außerdem wurde diese Art der Gefäßnahttechnik dreimal mit Erfolg zur Herstellung eines gekreuzten Kreislaufes beim Hunde benützt, wobei, wie schon erwähnt, das zentrale Ende der Art. car. comm. an das periphere Ende der Vena jug. ext. und das zentrale Ende der Vena jug. externa an das periphere Ende der Art. car. communis genäht wurde.

Abschließend sei erwähnt, daß seit 1913 keinerlei Arbeit mehr erschienen ist, die all das zusammenfaßt, was seit diesem Zeitpunkt auf dem Gebiete der zirkulären Gefäßnaht wenigstens im Tierversuche gearbeitet wurde. Bis 1913 haben wir eine schöne Zusammenfassung von Jeger in seinem Werke die „Chirurgie des Herzens und der Blutgefäße". Allerdings ist dies nur eine Aufzählung all der Methoden, mit denen es versucht wurde, eine Gefäßnaht herzustellen, ohne eigene Stellungnahme zu den einzelnen Ausführungen.

Die Aufgabe dieser Arbeit war es, das zusammenzufassen, was nach 1913 auf dem Gebiete der zirkulären Gefäßnaht gearbeitet wurde und in kurzen Zügen Stellung zu nehmen zu den einzelnen Methoden.

Allerdings muß gesagt werden, daß seit 1913 verhältnismäßig wenig auf diesem Gebiete geschafft wurde, obgleich die Kriegsjahre in diesen Zeitabschnitt fallen, in denen bestimmt manche Anregung gewesen wäre, die Technik der zirkulären Gefäßnaht noch besser auszuarbeiten.

Besonders Pupini, Thurston, Lamb, Spuga, Meythaler, Naegeli und Schörcher sind es in der Hauptsache gewesen, die größere Arbeiten auf diesem Gebiete erscheinen ließen. Pupini war es, der nicht nur durch Verbesserung des Instrumentariums an die Hebung der Ergebnisse heranging, sondern auch durch Anwendung von blutgerinnungshemmenden Mitteln ein möglichst günstiges Ergebnis bei seinen Gefäßnähten zu erreichen suchte.

Auch Thurston und Lamb machten die verschiedensten Versuche, die man zur Zeit für maßgebend hält für die Thrombose an der Nahtstelle. Sie suchten diese Thrombose durch Ausschaltung der ungünstigen Verhältnisse zu verhindern, um ein günstigeres Ergebnis zu erzielen, als bis jetzt bei allen Gefäßnähten erreicht wurde.

Auch wir vermeiden bei unseren Versuchen alle ungünstigen Ein-

flüsse, die eine Thrombose an der Nahtstelle begünstigen, brachten aber keinerlei blutgerinnungshemmende Substanzen weder lokal noch allgemein zur Anwendung. Allerdings verwendeten wir das neu geschaffene Instrumentarium von Schörcher, und zwar mit bestem Erfolge. Blutgerinnungshemmende Stoffe lehnten wir aus dem Grunde ab, weil sie bei der Anwendung am Menschen nicht immer ganz ungefährlich sind und man bei sorgfältiger Technik auch ohne diese Stoffe gute Erfolge erzielen kann.

Zu ganz besonderem Danke fühle ich mich

Herrn Priv.-Doz Dr. Schörcher

gegenüber verpflichtet, für die Zuweisung der Arbeit und seine liebenswürdige Unterstützung.

Schriften

Gluck: Archiv. f. klin. Chirurgie, Bd. 69 S. 938, 1903.

Höpfner: Archiv f. klin. Chirurgie, Bd. 70 S. 417, 1903.

Jeger: Chirurgie der Blutgefäße und des Herzens, 1903.

Lexer: Deutsche Zeitschrift für Chirurgie, Bd. 135, S. 437, 1916.
Allgemeine Chirurgie, Bd. II, S. 43.

Meythaler-Naegeli: Klinische Wochenschrift, 1932, Bd. I S. 532.

Pupini: Centralblatt für Chirurgie, Nr. 39, 1932.
Centralblatt für Chirurgie, Bd. 61, S. 203, 1933.
Centralblatt für Chirurgie, 27—39, S. 2327, 1932.

Payr: Archiv für klin. Chirurgie, Bd. 72 S. 32, 1904.

Stich: Beiträge zur klin. Chirurgie, Bd. 53/1, 1907.

Spuga: Centralorg. f. Chirurgie, Bd. 67 S. 616, 1934.

Schörcher: Der Chirurg, 10. Jahrgang 1938, Heft 19.

Thurston-Lamb: Centralorg. d. ges. Chirurgie, Bd. 65 S. 348, 1934.

Voß: Centralblatt f. Chirurgie, Nr. 14, 1933.

Lebenslauf

Als ältester Sohn des Direktors H. Hierl und seiner Ehefrau Viktoria Hierl, geb. Pfeifer, wurde ich am 29. August 1911 zu Mörslingen, Bez. Dillingen a. D., geboren. Ich besuchte das Theresien-Gymnasium in München und das Gymnasium in Pasing, wo ich 1933 die Reifeprüfung ablegte. Danach widmete ich mich dem Studium der Medizin in München und bestand im Herbst 1938 das Staatsexamen.